

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-015502

(43)Date of publication of application : 22.01.1999

(51)Int.Cl.

G05B 9/03  
G05B 23/02  
G06F 11/20

(21)Application number : 09-167603

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 24.06.1997

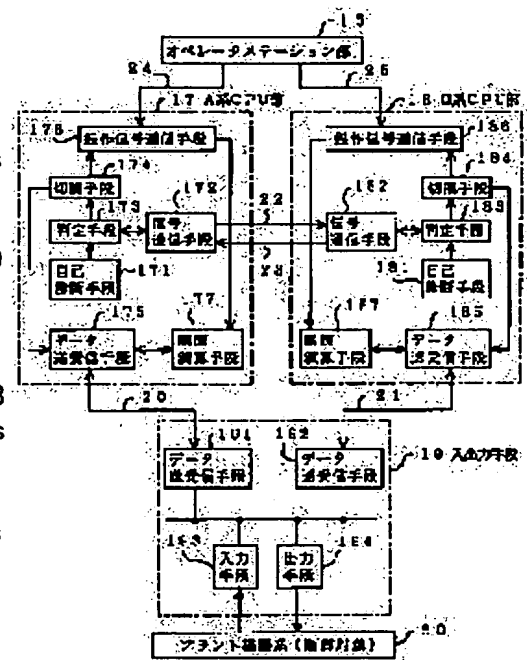
(72)Inventor : KADOHARA HOZUMI

## (54) DIGITAL CONTROLLER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To omit the transfer of input data between two systems and also to maintain the control of an object with no sudden change of the control data when one of both CPU parts (A and B systems) has a failure and then the faulty system is switched to the other normal system to carry on the control.

**SOLUTION:** Both A and B systems 17 and 18 receive the input signals and the operation signals from a plant equipment system 50 and an operator station 10 respectively and always perform the same control calculations. For instance, the systems 17 and 18 are set in a control state and a standby state respectively. Then the system 17 outputs the control calculation result and the system 18 outputs no control calculation result. When a self-diagnostic means 171 detects the failure of the system 17, the system 17 is switched to a fault state from its control state. Meanwhile, the system 18 is switched to a control state from its standby state. As the systems 17 and 18 are always performing the same control calculations, no transfer of input signals is needed between both systems together with no sudden change of the control data. Thus, the stable control is maintained for a control object.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-15502

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
G 0 5 B 9/03  
23/02  
G 0 6 F 11/20 3 1 0

F I  
G 0 5 B 9/03  
23/02 C  
G 0 6 F 11/20 3 1 0 A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-167603

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月24日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 門原 穂積

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

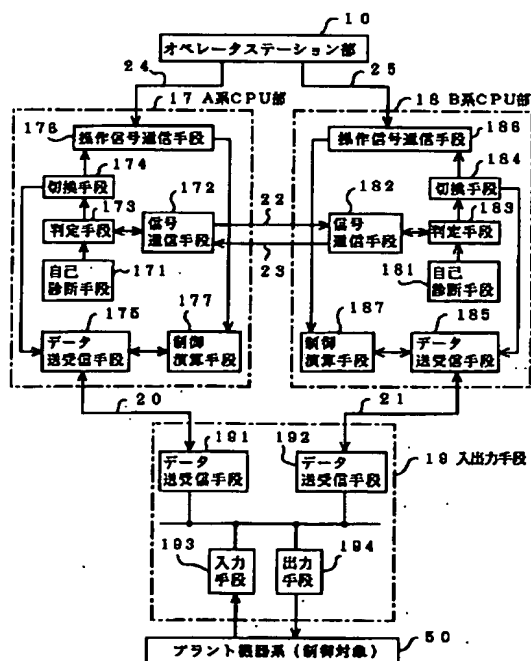
(74) 代理人 弁理士 大岩 増雄

(54) 【発明の名称】 デジタル制御装置

(57) 【要約】

【課題】 2つのCPU部(A系とB系)の一方に故障が発生し、他方の系に切り換えて制御を継続する場合、2つの系相互間で入力データの授受を不要とし、また、制御データが突変することなく制御対象の制御を維持する。

【解決手段】 A系17およびB系18のそれぞれがプラント機器系50からの入力信号およびオペレータステーション10からの操作信号を受信し、常に2つの系で同じ制御演算を行う。例えばA系を制御状態、B系を待機状態とし、A系は制御演算結果を出力し、B系は制御結果を出力しない。自己診断手段171がA系の故障を検知すると、A系を制御状態から故障状態に切り換えると共に、B系を待機状態から制御状態に切り換える。2つの系は常に同一の制御演算をしているので、切り換えの際、入力信号の転送を必要とせず、また制御データの突変が無く制御対象の制御を安定に維持する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 計算機能を有し制御対象を制御する制御系を 2 系統備えと共に、上記制御系へ操作信号を送出するオペレータステーションを備えたデジタル制御装置において、上記両制御系の各々が、上記制御対象からの入力データとオペレータステーションからの操作信号とを受信して、上記両制御系で同じ制御演算を実行し、上記両制御系のいずれか一方の制御系は制御演算結果の制御データを出力して上記制御対象を制御する制御状態とする共に、他方の制御系は制御演算結果を出力しない待機状態とし、且つ、制御状態の制御系を待機状態に、待機状態の制御系を制御状態に切り換え可能としたことを特徴とするデジタル制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 のデジタル制御装置において、制御状態の制御系の故障を検知すると、上記制御状態の制御系を故障状態に切り換えると共に、他方の制御系を待機状態から制御状態に切り換えるようにしたことを特徴とするデジタル制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 のデジタル制御装置において、系切り換えの操作信号が入力されると、制御状態の制御系を待機状態に、待機状態の制御系を制御状態に切り換えるようにしたことを特徴とするデジタル制御装置。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれか 1 項のデジタル制御装置において、2 つの制御系から制御対象への制御データが所定時間出力されないと、その時点の上記制御対象への制御データの出力を保持するデータ監視手段を備えたことを特徴とするデジタル制御装置。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれか 1 項のデジタル制御装置において、2 つの制御系に、それぞれの制御系での制御演算結果を互いに授受しうる信号通信手段を設け、故障状態となった一方の制御系の故障要因を取り除き待機状態にした場合に、他方の制御系が制御状態または待機状態のときは、上記信号通信手段を用いて、他方の制御系で受信されているオペレータステーションからの操作信号の状態を読み取り、上記他方の制御系と同じ演算を開始するようにしたことを特徴とするデジタル制御装置。

【請求項 6】 請求項 1～4 のいずれか 1 項のデジタル制御装置において、オペレータステーションからの操作信号の状態を記憶する操作状態記憶手段を備え、故障状態となった一方の制御系の故障要因を取り除き待機状態にした場合に、他方の制御系が制御状態または待機状態のときは、上記操作状態記憶手段から上記待機状態にする直前の操作信号の状態を読み取り、制御演算を開始するようにしたことを特徴とするデジタル制御装置。

【請求項 7】 請求項 1～6 のいずれか 1 項のデジタル制御装置において、請求項 1～5 のいずれか 1 項のデジタル制御装置の場合は、オペレータステーションからの操作信号の状態を記憶する操作状態記憶手段を備

え、請求項 6 のデジタル制御装置の場合は、そのデジタル制御装置に含まれる操作状態記憶手段を用い、2 つの制御系が共に故障状態となり、その後、少なくともいずれか一方の制御系の故障要因を取り除き待機状態にした場合に、待機状態にした制御系は、上記操作状態記憶手段から上記両制御系が共に故障となる直前の操作信号の状態を読み取り、故障となる直前の制御演算から演算を開始するようにしたことを特徴とするデジタル制御装置。

10 【請求項 8】 請求項 1～7 のいずれか 1 項のデジタル制御装置において、2 つの制御系が共に故障状態となり、その後、いずれか一方の制御系の故障要因を取り除き故障状態から制御状態に切り換える場合に、上記制御状態に切り換える制御系は、オペレータステーションからの操作信号の状態と制御対象からの入力データとを読み込んで制御演算を行い、所定時間経過後の制御演算結果を制御データとして制御対象へ出力するようにしたことを特徴とするデジタル制御装置。

20 【請求項 9】 請求項 1～8 のいずれか 1 項のデジタル制御装置において、2 つの制御系と制御対象との間にあって、上記両制御系からの制御データを上記制御対象に対応する制御データに変換して上記制御対象へ出力すると共に、上記制御対象からの入力データを上記両制御系に対応する入力データに変換して上記両制御系へ出力する入出力手段を設けたことを特徴とするデジタル制御装置。

30 【請求項 10】 請求項 9 のデジタル制御装置において、2 つの入出力手段を設け、通常はいずれか一方の入出力手段を用い、この一方の入出力手段が故障すると、他方の入出力手段を用いるようにしたことを特徴とするデジタル制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、一方が制御状態の時他方が待機状態になる 2 系統の制御系を有し、プラント等の制御対象を制御するデジタル制御装置に関するものである。

## 【0002】

40 【従来の技術】図 11 は従来の 2 重化制御装置の一例を示した構成図である。図において、1 は制御対象の制御を行うための演算処理を行うとともに、故障の自己診断機能を有する第 1 の制御系（以下、A 系 CPU 部と略称する）であり、2 は制御対象の制御を行うための演算処理を行うとともに、故障の自己診断機能を有する第 2 の制御系（以下、B 系 CPU 部と略称する）である。

50 【0003】3 は A 系 CPU 部 1 と B 系 CPU 部 2 のいずれか一方を制御状態とし、他方を待機状態にする際の判断と、この判断に従った制御系の切換を行う 2 重系切換装置である。4 は 2 重系切換装置 3 から出力される A 系制御信号を A 系 CPU 部 1 に伝送するための信号線で

あり、5はA系CPU部1内の自己診断により検出されたA系故障信号を2重系切換装置3に伝送するための信号線である。

【0004】6はB系CPU部2内の自己診断により検出されたB系故障信号を2重系切換装置3に伝送するための信号線であり、7は2重系切換装置3から出力されるB系制御信号をB系CPU部2に伝送するための信号線である。

【0005】8はプラント制御系50の制御対象からの入力データおよび制御対象への制御データをA系CPU部1に入出力するA系入出力部であり、9は制御対象からの入力データ及び制御対象への制御データをB系CPU部2に入出力するB系入出力部であり、10は運転員の操作データをA系CPU部1又はB系CPU部2に入力するオペレータステーション部である。

【0006】11はA系入出力部8とA系CPU部1とを接続するA系データ伝送ラインであり、12はB系入出力部9とB系CPU部2とを接続するB系データ伝送ラインである。

【0007】13はオペレータステーション部10とA系CPU部1を接続するA系操作データ伝送ラインであり、14はオペレータステーション部10とB系CPU部2を接続するB系操作データ伝送ラインである。

【0008】15はA系入出力部8及びオペレータステーション部10からA系CPU部1への入力データをB系CPU部2へ転送するための信号線であり、16はB系入出力部9及びオペレータステーション部10からB系CPU部2への入力データをA系CPU部1へ転送するための信号線である。50は制御状態にあるA系CPU部1またはB系CPU部2により制御される制御対象としてのプラント機器系である。

【0009】次に動作について説明する。今、2重系切換装置3はA系CPU部1を制御状態に、B系CPU部2を待機状態に切り換えているものとする。この状態ではA系CPU部1は、プラント機器系50からの入力データをA系入出力部8よりA系データ伝送ライン11を通して入力するとともに、運転員の操作信号をオペレータステーション部10よりA系操作データ伝送ライン13を入力して、それに基づく制御演算を行い、得られたプラント機器系50に対する制御データをA系データ伝送ライン11を通してA系入出力部8に出力している。

【0010】また、B系CPU部2はA系CPU部1への入力データを信号線15を通して受け取り、同様に制御演算を行っているが、B系入出力部9へのプラント機器系50に対する制御データの出力は行っていない。この状態で、A系CPU部1自身が、A系入出力部8、A系データ伝送ライン11またはA系操作データ伝送ライン13の異常をその自己診断機能によって検出した場合、A系故障信号を信号線5を通して2重系切換装置3に出力する。

【0011】2重系切換装置3はこのA系故障信号が入力されると、その時、B系CPU部2からB系故障信号が信号線6を通して入力されていないことを確認した後、信号線4を通してA系CPU部1に出力していたA系制御信号を停止し、信号線7を通してB系制御信号をB系CPU部2に出力する。

【0012】A系CPU部1はA系制御信号の入力が停止されると、プラント機器系50の制御に対して故障状態となる処理を実行し、プラント機器系50に対する制御データの出力を停止する。逆にB系CPU部2は、B系制御信号が入力されるとプラント機器系50に対して制御状態となる処理を実行し、プラント機器系50の制御を開始する。

【0013】この状態では、B系CPU部2はプラント機器系50からの入力データをB系入出力部9よりB系データ伝送ライン12を通して入力するとともに、運転員の操作信号をオペレータステーション部10よりB系操作データ伝送ライン14を通して入力して、それに基づく制御演算を行い、得られたプラント機器系50に対する制御データをB系データ伝送ライン12を通してB系入出力部9に出力している。

【0014】さらにこの状態で、B系CPU部2自身が、B系入出力部9、B系データ伝送ライン12またはB系操作データ伝送ライン14の異常をその自己診断機能によって検出した場合、B系故障信号を信号線6を通して2重系切換装置3に出力する。2重系切換装置3はこのB系故障信号が入力されると、信号線7を通してB系CPU部2に出力していたB系制御信号を停止するが、その時、A系CPU部1からA系故障信号が信号線5を通して入力されているため、信号線4を通してA系制御信号をA系CPU部1に出力しない。

【0015】B系CPU部2はB系制御信号の入力が停止されると、プラント機器系50の制御に対して故障状態となる処理を実行し、プラント機器系50に対する制御データの出力を停止する。このためプラント機器系への制御データはすべてOFF状態となり制御対象に対する外乱が発生する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】従来のデジタル制御装置は以上のように構成されているので、

(1)例えば、A系CPU部1が制御状態、B系CPU部2が待機状態の時に、A系CPU部1は常に入力された入力データを信号線15を介してB系CPU部2へ転送しなければならない。

【0017】(2)また、A系CPU部1への入力データまたはB系CPU部への転送処理が異常となった場合、異常なデータを信号線15を介してB系CPU部2へ転送した後に、B系CPU部2が異常な転送データに基づきプラント機器系への制御を開始してしまう。

【0018】(3)また、A系CPU部1は故障状態の

時にはオペレータステーション部10からの操作信号を受信できないため、A系CPU部1が再び制御状態になったときに、故障状態であったときの操作情報を欠如したまま制御対象に対する制御データを出力してしまう。

【0019】(4)更に、A系CPU部1及びB系CPU部2共、故障状態となった場合にはプラント機器系への制御データはすべてOFF状態となり制御対象に対する外乱を発生させる。などの課題があった。

【0020】この発明は上記のような問題を解決するためになされたものであり、通常時は、2重化された制御系の相互で入力信号の授受が不要なデジタル制御装置を得ることを目的とする。また、この発明は2重化された制御系の両方が故障状態となっても制御対象に対する制御データを保持し、かつ故障状態の制御系が制御状態のもどったときにも故障となる直前の制御演算を続行するデジタル制御装置を得ることを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

(1)この発明に係わるデジタル制御装置は、計算機能を有し制御対象を制御する制御系を2系統備えると共に、上記制御系へ操作信号を送出するオペレータステーションを備えたデジタル制御装置において、上記両制御系の各々が、上記制御対象からの入力データとオペレータステーションからの操作信号とを受信して、上記両制御系で同じ制御演算を実行し、上記両制御系のいずれか一方の制御系は制御演算結果の制御データを出力して上記制御対象を制御する制御状態とする共に、他方の制御系は制御演算結果を出力しない待機状態とし、且つ、制御状態の制御系を待機状態に、待機状態の制御系を制御状態に切り換え可能としたものである。

【0022】(2)また、上記(2)において、制御状態の制御系の故障を検知すると、上記制御状態の制御系を故障状態に切り換えると共に、他方の制御系を待機状態から制御状態に切り換えるようにしたものである。

【0023】(3)また、上記(1)または(2)において、系切り換えの操作信号が入力されると、制御状態の制御系を待機状態に、待機状態の制御系を制御状態に切り換えるようにしたものである。

【0024】(4)また、上記(1)～(3)のいずれか1項において、2つの制御系から制御対象への制御データが所定時間出力されないと、その時点の上記制御対象への制御データの出力を保持するデータ監視手段を備えたものである。

【0025】(5)また、上記(1)～(4)のいずれか1項において、2つの制御系に、それぞれの制御系での制御演算結果を互いに授受しうる信号通信手段を設け、故障状態となった一方の制御系の故障要因を取り除き待機状態にした場合に、他方の制御系が制御状態または待機状態のときは、上記信号通信手段を用いて、他方の制御系で受信されているオペレータステーションから

の操作信号の状態を読み取り、上記他方の制御系と同じ演算を開始するようにしたものである。

【0026】(6)また、上記(1)～(4)のいずれか1項において、オペレータステーションからの操作信号の状態を記憶する操作状態記憶手段を備え、故障状態となった一方の制御系の故障要因を取り除き待機状態にした場合に、他方の制御系が制御状態または待機状態のときは、上記操作状態記憶手段から上記待機状態にする直前の操作信号の状態を読み取り、制御演算を開始するようにしたことを特徴とするデジタル制御装置。

【0027】(7)また、上記(1)～(6)のいずれか1項において、上記(1)～(5)のいずれか1項の場合は、オペレータステーションからの操作信号の状態を記憶する操作状態記憶手段を備え、上記(6)の場合は内在する操作信号記憶手段を用い、2つの制御系が共に故障状態となり、その後、少なくともいずれか一方の制御系の故障要因を取り除き待機状態にした場合に、待機状態にした制御系は、上記操作状態記憶手段から上記両制御系が共に故障となる直前の操作信号の状態を読み取り、故障となる直前の制御演算から演算を開始するようにしたものである。

【0028】(8)また、上記(1)～(7)のいずれか1項において、2つの制御系が共に故障状態となり、その後、いずれか一方の制御系の故障要因を取り除き故障状態から制御状態に切り換える場合に、上記制御状態に切り換える制御系は、オペレータステーションからの操作信号の状態と制御対象からの入力データとを読み込んで制御演算を行い、所定時間経過後の制御演算結果を制御データとして制御対象へ出力するようにしたものである。

【0029】(9)また、上記(1)～(8)のいずれか1項において、2つの制御系と制御対象との間にあって、上記両制御系からの制御データを上記制御対象に対応する制御データに変換して上記制御対象へ出力すると共に、上記制御対象からの入力データを上記両制御系に対応する入力データに変換して上記両制御系へ出力する入出力手段を設けたものである。

【0030】(10)また、上記(9)において、2つの入出力手段を設け、通常はいずれか一方の入出力手段を用い、この一方の入出力手段が故障すると、他方の入出力手段を用いるようにしたものである。

【0031】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態1を図に基づいて説明する。図1はこの発明の実施の形態1によるデジタル制御装置を示す構成図である。図において、10はプラント機器系50に対する運転員の操作信号をA系CPU部17とB系CPU部18に入力するオペレータステーション部である。17は制御対象としてのプラント機器系50の制御を行うための制御演算を実行す

るとともに、故障の自己診断機能とデータ通信機能を有した第1の制御系としてのA系CPU部である。

【0032】18は同じくプラント機器系50の制御を行うための演算処理を実行するとともに、故障の自己診断機能とデータ信号通信機能を有した第2の制御系としてのB系CPU部である。19はプラント機器系50からの入力データとプラント機器系50に対する制御データをA系CPU部17とB系CPU部18に入出力する入出力手段（インターフェース）で、プラント機器系50からのアナログやデジタルの入力信号をA系CPU部17とB系CPU部18に対応するデジタル信号としてA系CPU部17とB系CPU部18に送出する。また、A系CPU部17とB系CPU部18からの制御データは、プラント機器系50に対応するアナログまたはデジタル信号としてプラント機器系50に送出する。

【0033】A系CPU部17内において、171はA系CPU部17と入出力手段19の状態を自己診断して検出する自己診断手段であり、172はA系CPU部17の状態信号をB系CPU部18に送信し、B系CPU部18からのB系CPU部18の状態信号を受信する信号通信手段である。なお、自己診断手段171は、A系CPU部17が制御状態の場合は、入出力手段19の内部の診断も行っている。待機状態の場合は、入出力手段19の内部の診断はせず、B系CPU部18が制御状態の場合にB系が行う。

【0034】173は自己診断手段171がA系CPU部17の異常を検知すると信号通信手段172よりB系CPU部18に対して異常検出信号を送信しA系CPU部17を故障状態にする判断を下すとともに、A系CPU部17が待機状態の時にB系CPU部18からの状態信号からB系CPU部の異常を検知するとA系CPU部17を制御状態に切り換える判断を下す判定手段である。

【0035】174は判定手段173の判定結果に基づきA系CPU部17を制御状態または待機状態もしくはは故障状態に切り換える制御を実行する切換手段である。175はA系CPU部17と入出力手段19との間でプラント機器系50を制御するためのプラント機器系50からの入力データおよび制御データを送受信するためのデータ送受信手段である。

【0036】176はオペレータステーション部10からの操作信号を受信するための操作信号通信手段である。177はデータ送受信手段175および操作信号通信手段176より受け取った入力データに基づき制御演算を行い、その演算結果を制御データとしてデータ送受信手段175より入出力手段19を通してプラント機器系50に送出し、プラント機器系50の制御を行う制御演算手段である。

【0037】B系CPU部18内において、181はA系CPU部17内の自己診断手段171と同等の自己診

断手段、182は同じく信号通信手段172と同等の信号通信手段、183は同じく判定手段173と同等の判定手段、184は同じく切換手段174と同等の切換手段、185は同じくデータ送受信手段175と同等のデータ送受信手段、186は同じく操作信号通信手段176と同等の操作信号通信手段であり、187は同じく制御演算手段177と同等の制御演算手段である。

【0038】なお、自己診断手段181は、B系CPU部17が待機状態の場合は、入出力手段19の内部の診断は行なわないが、制御状態の場合は入出力手段19の内部の診断も行っている。

【0039】入出力手段19内において、191はA系CPU部17のデータ送受信手段175との間でプラント機器系50を制御するための入力データおよび制御データを送受信するデータ送受信手段であり、192はB系CPU部18のデータ送受信手段185との間でプラント機器系50を制御するための入力データおよび制御データを送受信するデータ送受信手段である。

【0040】20はA系CPU部17のデータ送受信手段175と入出力手段19のデータ送受信手段191との間を接続するA系データ伝送ラインであり、21はB系CPU部18のデータ送受信手段185と入出力手段19のデータ送受信手段192との間を接続するB系データ伝送ラインである。

【0041】22はA系CPU部17の信号通信手段172から出力されるA系状態信号をB系CPU部18の信号通信手段182に伝送する信号線であり、23はB系CPU部18の信号通信手段182から出力されるB系状態信号をA系CPU部17の信号通信手段172に伝送する信号線である。24はオペレータステーション部10から出力される操作信号をA系CPU部17の操作信号通信手段176に伝送する信号線であり、25は同じく操作信号をB系CPU部18の操作信号通信手段186に伝送する信号線である。

【0042】次に動作について説明する。ここで、図2は実施の形態1における制御状態にある制御系の制御処理動作の一例を示したフローチャートであり、図3は実施の形態1における待機状態にある制御系の制御処理動作の一例を示したフローチャートである。なお、この図2および図3には、A系CPU部17が制御状態、B系CPU部18が待機状態である場合について示されている。

【0043】（1）制御状態にあるA系CPU部17では、ステップST1においてまず、入出力手段19の入力手段193からデータ送受信手段191とA系データ伝送ライン20を経由して送られてくるプラント機器系50からの入力データをデータ送受信手段175を通して受信するとともに、オペレータステーション部10からの運転員の操作信号を信号線24を経由して、操作信号通信手段176を通して受信する。

【0044】(2)ステップST2において、この入力データを制御演算手段177で制御演算する。

(3)ステップST3において、自己診断手段171でA系CPU部の自己診断を行い、判定手段173に自己診断結果を送信する。

【0045】(4)ステップST3でA系CPU部17の異常を検出しなかった場合には、

(5)ステップST6において、制御演算の結果得られるプラント機器系50を制御するためのデータをデータ送受信手段175とA系データ伝送ライン20とデータ送受信手段191を経由して、出力手段194から出力する。

【0046】(6)ステップST7において、判定手段173で判定したA系CPU部17の状態信号を信号通信手段172と信号線22を経由して信号通信手段182に送信する。

(7)なお、これらの処理はステップST3においてA系CPU部の異常を検出するまで繰り返して実行される。

【0047】(8)自己診断手段171がA系CPU部17の異常を検出すると、処理はステップST4に分岐する。

(9)ステップST4において、判定手段173は切換手段174に制御状態から故障状態に切り換える命令を送信し、A系CPU部17を制御状態から故障状態に切り換える。

(10)ステップST5で、A系CPU部17の状態信号を信号通信手段172と信号線22を経由して信号通信手段182に送信し処理を終了する。

【0048】一方、B系CPU部18は当初プラント機器系50に対して待機状態となっている。

(1)この時、B系CPU部18では、図3のステップST11で入力手段193からデータ送受信手段192、185を経由して、プラント機器系からの入力データを受信するとともに、オペレータステーション部10からの運転員の操作信号を受信し、

(2)ステップST12で制御演算を行い、

(3)ステップST13において判定手段183に自己診断結果を送信する。

【0049】(4)ステップST13でB系CPU部18の異常を検出しなかった場合には、ステップST16において、判定手段183で判定したB系CPU部18の状態信号を信号通信手段182と信号線23を経由して信号通信手段172に送信する。

(5)次にステップST17で信号通信手段182に送信されてきているA系CPU部17の状態信号を読み取り、A系CPU部17が故障状態でなければ、以上の処理が繰り返して実行される。

【0050】(6)ステップST17でA系CPU部17の故障を検知すると、

(7)ステップST18に分岐し、判定手段183が切換手段184に待機状態から制御状態に切り換える命令を送信し、B系CPU部18を待機状態から制御状態に切り換える。

【0051】(8)一方、ステップST13でB系CPU部18の異常を検知すると、ステップST14に分岐する。

(9)ステップST14において、B系CPU部18を待機状態から故障状態に切り換え、

(10)ステップST15でB系CPU部18の状態信号をA系CPU部17に送信し処理を終了する。

【0052】なお、以上とは逆にA系CPU部17が待機状態、B系CPU部18が制御状態の場合も上記と同様にして、

(1)B系CPU部18はプラント機器系50とオペレータステーション部10からの入力信号を制御演算しプラント機器系50に制御データを出力し、

(2)A系CPU部17はプラント機器系50とオペレータステーション部10からの入力信号の制御演算のみを行い、制御データの出力は行わない。

【0053】以上のように、この実施の形態1によれば、A系CPU部17とB系CPU部18の2つの制御系間で、従来行っていた入力データを伝送するための特別な処理を削除することができ、処理を単純化できる。また、2つの制御系は常に入力信号の制御演算を行っているため、制御状態の制御系に故障が検知され制御系の切り換えを行った場合、または操作員が手動で制御系の切り換えを行った場合に、制御データが突変することなくプラント機器系50の制御を維持することができる。従って、CPU部の負担を軽減し、信頼性を向上させることができる。

【0054】実施の形態2. 実施の形態1では、制御系の切り換えによって制御データが突変しないものを示したが、この実施の形態は、出力手段に制御状態の制御系からのデータ監視手段を設けることにより、2つの制御系が共に故障状態になった場合にも、プラント機器への制御データを維持するようにしたものである。

【0055】図4はこの発明の実施の形態2によるデジタル制御装置を示す構成図であり、実施の形態1の各部に相当する部分には図1と同一符号を付してその説明を省略する。図において195は、制御状態の制御系から送られてくる信号を監視するデータ監視手段である。

【0056】次に動作について説明する。ここで、図5は実施の形態2におけるデータ監視手段の処理動作の一例を示したフローチャートである。

(1)入出力手段19のデータ監視手段195は、ステップST21において先ず、カウンタをリセットしステップST22でカウンタをカウントアップする。

【0057】(2)次にステップST23で、A系CPU部17またはB系CPU部18の何れかの制御状態の



制御系から、制御データがデータ送受信手段191またはデータ送受信手段192を経由して、出力手段194に送信されてきたか否かを確認する。

(3) ステップST23で制御データの送信を確認すると、

(4) ステップST24でカウンタをリセットする。

【0058】(5) また、制御データの送信がない場合にはステップST25で、あらかじめ設定しているカウンタの設定値とカウンタ値を比較する。

(6) カウンタ値が設定値未満であれば、ステップST22に戻ってカウンタのカウントアップを行い、制御データが送信されてくるまで以上の処理を繰り返す。

【0059】(7) ステップST25でカウンタ値が設定値以上の場合には、タイムアップとなり異常が発生したとしてステップST26に分岐する。

(8) ステップST26ではデータ監視手段195が出力手段194に対して、制御データの保持命令を送信し、出力手段はそれ以降、制御データを保持して、その制御データで制御を続ける。

【0060】以上のように、この実施の形態2によれば、A系CPU部17とB系CPU部18の両系ともが故障状態になり、制御データを出力手段194に送信しなくなった場合には、データ監視手段のカウンタ値が設定値以上になり、データ監視手段195が出力手段194に制御データの保持命令を送信することにより、プラント機器系50への異常データの出力を阻止することができる。

【0061】実施の形態3。実施の形態2では、2つの制御系が共に故障状態になった場合も、プラント機器への制御データを維持することができるものを示したが、この実施の形態は、オペレータステーション部に操作信号記憶手段を設けるとともに、CPU部の演算手段に信号通信手段を通して他系への操作信号を読み取る処理を設けることにより、故障状態から制御状態または待機状態になった場合に、プラント機器への制御データを維持することができるようにしたものである。

【0062】図6はこの発明の形態3によるデジタル制御装置を示す構成図であり、実施の形態1の各部に相当する部分には図1と同一符号を付してその説明を省略する。図において101は、オペレータステーション部10への運転員からの操作信号の状態を記憶する操作信号記憶手段である。この記憶手段は、操作されるスイッチ(ソフトウェアスイッチ)がどれがONかOFFか。何%の値を出力したか等のスイッチのステータスを記憶する。

【0063】次に操作について説明する。ここで、図7は実施の形態3における故障状態から待機状態へ切り換わる時の制御処理動作の一例を示したフローチャートである。なお、この図7には、A系CPU部17が故障状態から待機状態に切り換わる場合について示してい

る。

【0064】(1) 故障状態であるA系CPU部17の故障要因を取り除き、待機状態に切り換わる時に、A系CPU部17では、まずステップST31で、信号通信手段172に送信されてきているB系CPU部18の状態信号を読み取り、B系CPU部18が故障状態であれば、

(2) ステップST32でオペレータステーション部10の操作信号記憶手段101から信号線24と操作信号通信手段174を経由して、A系CPU部17およびB系CPU部18が共に故障状態となる直前の運転員の操作信号の状態を制御演算手段177に読み取り、

(3) ステップST33で待機状態に切り換え処理を終了する。

【0065】なお、A系CPU部17およびB系CPU部18が共に故障状態となる直前の運転員の操作信号の状態を読み取るのは、両CPU部が共に故障状態では操作をしないので操作信号は発生せず、従って、両者が故障になる直前の操作信号の状態を読みとる。

【0066】(4) ステップST31でB系CPU部18が故障状態でなければ(制御状態または待機状態であれば)、ステップST34に分岐する。

(5) ステップST34では、B系CPU部18の信号通信手段182に制御演算手段187から送信されているオペレータステーション部10からの操作信号の状態(制御演算手段187に蓄えられているA系CPU部17が待機状態に切り換わる時点の操作信号の状態)を、信号線23と信号通信手段172を経由して制御演算手段177に読み取り、

(6) ステップST33で待機状態に切り換え、処理を終了する。

【0067】なお、上記(5)のステップST34の処理の代わりに、次のようにしてもよい。操作信号記憶手段101に記憶されているA系CPU部17が待機状態に切り換わる直前の操作信号の状態を制御演算手段177に読み取るステップとし、その後、ステップST33で待機状態に切り換え、処理を終了する。

【0068】なお、以上とは逆にB系CPU部18が故障状態から待機状態に切り換わる場合も上記と同様にして、B系CPU部18の制御演算手段187は操作信号を読み取る。

【0069】以上のように、この実施の形態3によれば、故障要因を取り除き故障状態から待機状態に切り換わる場合に、オペレータステーション部10または故障状態ではない他の制御系から、操作信号を読み取り制御演算を行うことができるため、その後、待機状態から制御状態に切り換わった場合に制御データが突変することなくプラント機器系50の制御を維持することができる。

【0070】実施の形態4。実施の形態3では、故障要

因を取り除き故障状態から待機状態に切り換わる場合に、操作信号を読み取り制御演算を行い、制御状態に切り換わった場合に制御データの突変を阻止することができると示したが、この実施の形態は、制御系に制御演算監視手段を設けることにより、2つの制御系が共に故障状態となり制御データが保持となった後、故障要因を取り除き故障状態から制御状態になった場合に、一次遅れ等の過去の制御演算結果に依存する制御演算がある場合にも、安定した制御データをプラント機器に出力することができるようにしたものである。

【0071】図8はこの発明の形態4によるデジタル制御装置を示す構成図であり、実施の形態3の各部に相当する部分には図6と同一符号を付しその説明を省略する。図において、178はA系CPU部17が故障状態から制御状態に切り換わった時に、あらかじめ設定された周期の間プラント機器系50とオペレータステーション部10からの入力信号の制御演算のみを行い、制御データの出力を行わないトラッキング状態を実現する制御演算監視手段である。188は制御演算監視手段178と同等の制御演算監視手段である。

【0072】次に動作について説明する。ここで図9は実施の形態4における故障状態から制御状態に切り換わる間のトラッキング状態での制御処理動作の一例を示したフローチャートである。なお、以下の動作は、A系CPU部17のトラッキング状態について説明するものである。

【0073】(1) 故障状態であるA系CPU部17の故障要因を取り除き、制御状態に切り換わる時に、A系CPU部17では、先ずステップST41で制御演算監視手段178が動作周期を0にセットし、

(2) ステップST42で動作周期をカウントアップする。

【0074】(3) 次にステップST43でプラント機器系50とオペレータステーション部からの入力データを受信し、

(4) ステップST44でこの入力データを制御演算手段で制御演算する。

(5) ステップST45で制御演算監視手段178はあらかじめ設定しているトラッキング状態の動作周期の設定値と動作周期を比較する。

【0075】(6) 動作周期が設定値未満であれば、ステップST42に戻って動作周期のカウントアップを行い、動作周期が設定値以上になるまで以上の処理を繰り返す。

(7) ステップST45で動作周期が設定値以上となれば、ステップST46に分岐し、ステップST46で自系を制御状態に切り換えて処理を終了する。

【0076】なお、以上とは逆にB系CPU部18が故障状態から制御状態に切り換わる場合も上記と同様にし、B系CPU部18はトラッキング状態を設定値だけ

繰り返した後、制御状態に切り換わる。

【0077】以上のように、この実施の形態4によれば、故障状態から制御状態に切り換わる場合に、プラント機器系50とオペレータステーション部10からの入力信号を受信し制御演算を行うが、制御データの出力は行わないトラッキング状態を設定周期だけ行うことにより、一次遅れ演算等の過去の制御演算結果に依存する演算の出力値を安定させることができるため、プラント機器系50に安定した制御データを出力することができる。

【0078】実施の形態5、実施の形態1から4では、制御系のみを2重化したものを示したが、この実施の形態は、入出力手段も2重化することにより、入出力手段のいずれか一方が故障となった場合にも、プラント機器系の制御を継続することができるようにしたものである。

【0079】図10はこの発明の形態5によるデジタル制御装置を示す構成図であり、実施の形態1から4の各部に相当する部分には図1、図4、図6または図8と同一の符号を付してその説明を省略する。図において、19は第1の入出力部としてのA系入出力手段である。26は第2の入出力部としてのB系入出力手段である。

【0080】B系入出力手段26内において、261はA系入出力部19内のデータ送受信手段191と同等のデータ送受信手段、262は同じくデータ送受信手段192と同等のデータ送受信手段、263は同じく入力手段193と同等の入力手段、264は同じく出力手段194と同等の出力手段、265は同じくデータ監視手段195と同等のデータ監視手段である。27はA系データ伝送ライン20と同等のA系データ伝送ラインであり、28はB系データ伝送ライン21と同等のB系データ伝送ラインである。

【0081】次に動作について説明する。A系CPU部17が制御状態、B系CPU部18が待機状態でA系入出力部を用いてプラント機器系50からの入力データの受信およびプラント機器系50への制御データの出力を行っている場合について説明する。

【0082】(1) 制御状態にあるA系CPU部17は、自己診断手段171でA系入出力手段19内の入力手段193の自己診断を行い、判定手段173に自己診断結果を送信する。

(2) 判定手段173は入力手段193の自己診断結果を信号通信手段172と信号線22を経由してB系CPU部18の信号通信手段182に送信する。

【0083】(3) 入力手段193の異常を検出しなかった場合には、A系入出力手段19の入力手段193からデータ送受信手段191とA系データ伝送ライン20を経由して送られてくるプラント機器系50からの入力データをデータ送受信手段175を通して受信するとともに、オペレータステーション部10からの運転員の操

10

20

30

40

50

作信号を信号線24を経由して、操作信号通信手段176を通して受信する。

【0084】(4) 自己診断手段171がA系入出力手段19内の入力手段193の異常を検出すると、B系入出力手段26の入力手段263からデータ送受信手段261とA系データ伝送ライン27を経由して送られてくるプラント機器系50からの入力データをデータ送受信手段261を通して受信するとともに、オペレータステーション部10からの運転員の操作信号を信号線24を経由して、操作信号通信手段176を通して受信する。

【0085】(5) この入力データを制御演算手段177で制御演算し、自己診断手段171でA系入出力部19内の出力手段194の自己診断を行い、判定手段173に自己診断結果を送信する。

(6) 出力手段194の異常を検出しなかった場合には、制御演算の結果得られるプラント機器系50を制御するための制御データをデータ送受信手段175とA系データ伝送ライン20とデータ送受信手段191を経由して、出力手段194から出力する。

【0086】(7) 自己診断手段171がA系入出力手段19内の出力手段194の異常を検出すると、制御データをデータ送受信手段175とA系データ伝送ライン27をデータ送受信手段261を経由して、出力手段264から出力する。

【0087】(8) 一方、B系CPU部18は当初プラント機器系50に対して待機状態となっている。この時、B系CPU部18は信号通信手段182に送信されている入力手段の自己診断結果を読み取り、A系CPU部17が用いた入力手段193または263を用いてプラント機器系50からの入力データ受信するとともに、オペレータステーション部10からの運転員の操作信号を受信し、制御演算を行う。

【0088】なお、以上とは逆にA系CPU部17が待機状態、B系CPU部18が制御状態の場合も上記と同様にして、

(1) B系CPU部18はプラント機器系50からの入力信号を正常な入力手段を用いて受信するとともにオペレータステーション部10からの入力信号を受信し、制御演算を行い、その結果を正常な出力手段を用いてプラント機器系50に制御データを出力する。

【0089】(2) A系CPU部17はプラント機器系50からの入力信号をB系CPU部18が用いた入力手段を用いて受信するとともにオペレータステーション部10からの入力信号を受信し、制御演算のみを行い、制御データの出力は行わない。

【0090】以上のように、この実施の形態5によれば、入力手段の一つが故障しても残る正常な入力手段を通してプラント機器系50からの入力信号を受信できるとともに、出力手段の一つが故障しても残る正常な出力手段を通してプラント機器系50へ制御データを出力で

きるため、入出力手段に単一故障が発生してもプラント機器系50の制御は継続可能である。

【0091】

【発明の効果】

(1) 以上のように、この発明によれば、2つの制御系のそれぞれが制御対象およびオペレータステーションからの入力信号を受信し、同じ制御演算をするようにしたので、2重化された制御系の相互間で入力データをやりとりする必要がなくなり、また、制御データが突変することなく制御対象の制御を維持することができる。

【0092】(2) また、制御状態の制御系に故障が起こった場合に、故障を検知して、正常な制御系が制御状態に切り換わるように構成したので、制御データが突変することなく制御を維持することができ、信頼性を向上させることができる。

【0093】(3) また、手動での系切替指令が入力された場合に、制御系が切り換わるように構成したので、制御データが突変することなく制御を維持することができ、信頼性と保守性を向上させることができる。

【0094】(4) また、第1および第2の制御系からの制御データを監視するようにしたので、2つの制御系が共に故障状態となった場合に制御データを保持でき、信頼性を向上させることができる。

【0095】(5) また、故障状態から待機状態にした場合に、故障状態でない他系から操作信号を受信するように構成したため、自系が故障状態の間のオペレータステーションからの操作信号を得ることができ、他の制御系と同一の演算を開始し制御性を向上させることができる。

【0096】(6) また、オペレータステーションの操作信号を記憶する操作状態記憶手段を備え、故障状態から待機状態にした場合に、他系が故障状態でない場合に、上記操作状態記憶手段から待機状態にする直前の操作信号の状態を読み出し、他の制御系と同一の演算を開始するようにしたので、制御性を向上させることができる。

【0097】(7) また、オペレータステーションの操作信号を記憶する記憶手段を備え、第1および第2の制御系が共に故障状態となり、その後、その一方の制御系が制御状態になる場合に、上記記憶手段から両制御系が故障状態となる直前の操作信号の状態を読み出し、制御演算状態から制御を開始するようにしたので、制御性を向上させることができる。

【0098】(8) また、制御演算が安定するまで制御データを出力しないように構成したため、故障状態から制御状態に切り換わった場合に制御データが突変することなく安定した制御データを制御対象に出力でき、制御性を向上させることができる。

【0099】(9) また、2つの入出力手段を備え、故障が発生した場合には自動的に他方の入出力手段を用い

るように構成したため、入出力手段の単一故障では、制御機能を喪失しないようにでき信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1によるデジタル制御装置を示す構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1による制御状態の制御系の制御処理動作の一例を示したフローチャートである。

【図3】この発明の実施の形態1による待機状態の制御系の制御処理動作の一例を示したフローチャートである。

【図4】この発明の実施の形態2によるデジタル制御装置を示す構成図である。

【図5】この発明の実施の形態2によるデータ監視手段の処理動作の一例を示したフローチャートである。

【図6】この発明の実施の形態3によるデジタル制御装置を示す構成図である。

【図7】この発明の実施の形態3による故障状態から待機状態に切り換わる制御系の制御処理動作の一例を示したフローチャートである。

【図8】この発明の実施の形態4によるデジタル制御装置を示す構成図である。

\*

\*【図9】この発明の実施の形態4によるトラッキング状態の制御系の制御処理動作の一例を示したフローチャートである。

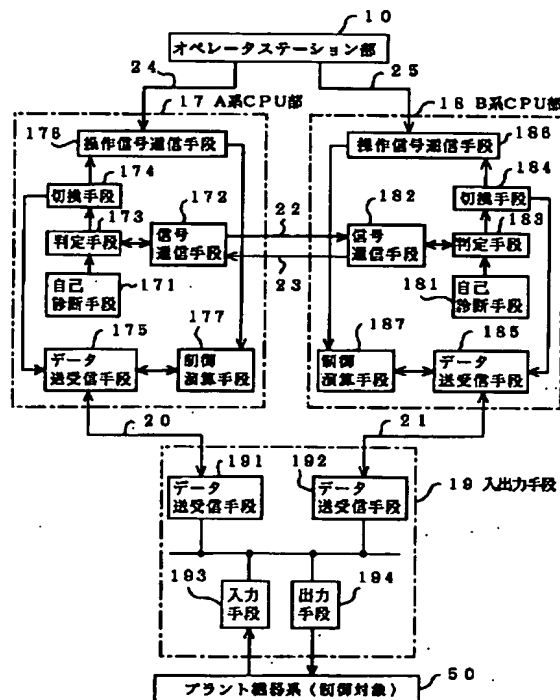
【図10】この発明の実施の形態5によるデジタル制御装置を示す構成図である。

【図11】従来のデジタル制御装置を示す構成図である。

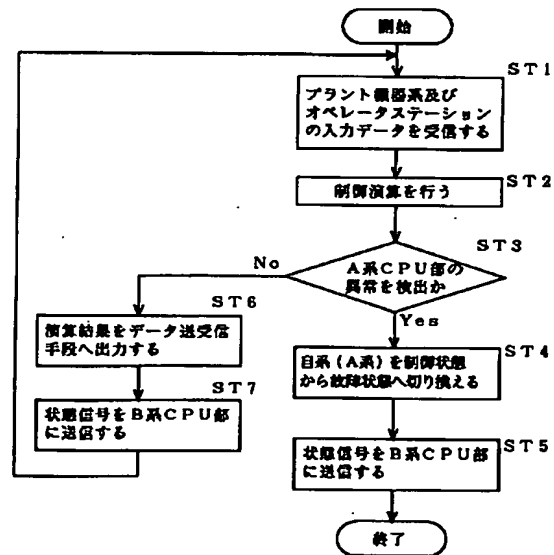
【符号の説明】

10 オペレータステーション部、17 A系CPU部（第1の制御系）、18 B系CPU部（第2の制御系）、19 入出力手段、第1の入出力手段、26 第2の入出力手段、22、23、24、25 信号線、20、27 A系データ伝送ライン、21、28 B系データ伝送ライン、50 プラント機器系、101 操作信号記憶手段、171、181 自己診断手段、172、182 信号通信手段、173、183 判定手段、174、184 切換手段、175、185、191、192、261、262 データ送受信手段、176、186 操作信号通信手段、177、187 制御演算手段、178、188 制御演算監視手段、193、263 入力手段、194、264 出力手段、195、265 データ監視手段

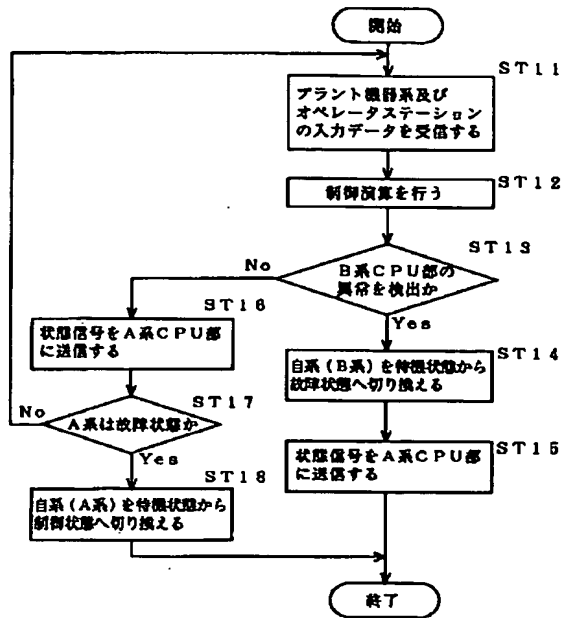
【図1】



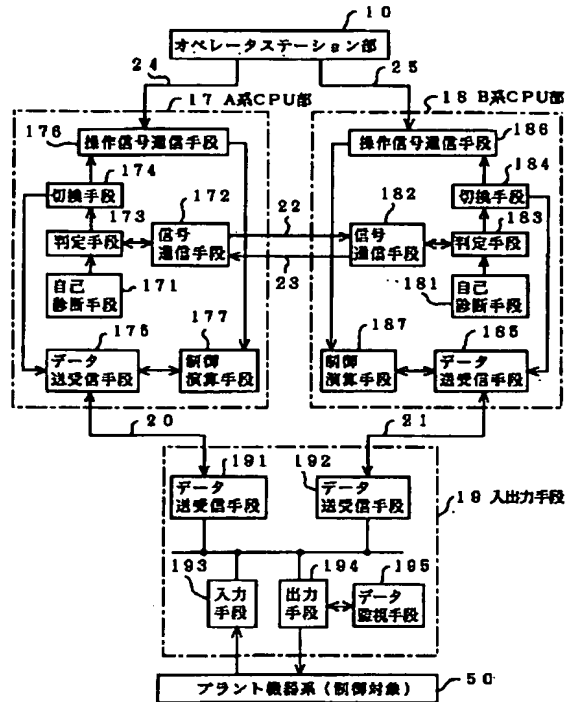
【図2】



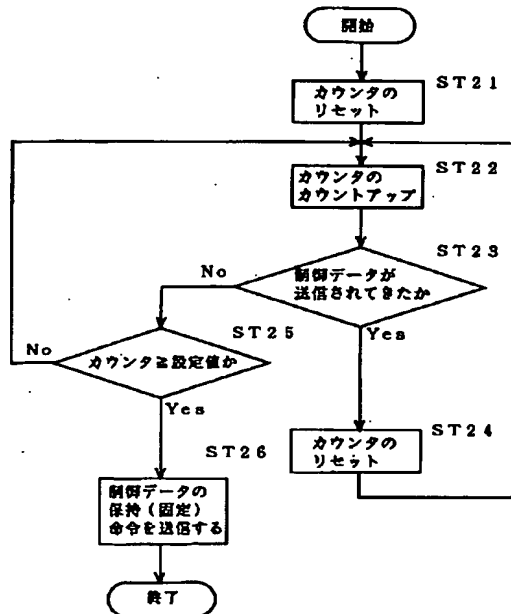
【図3】



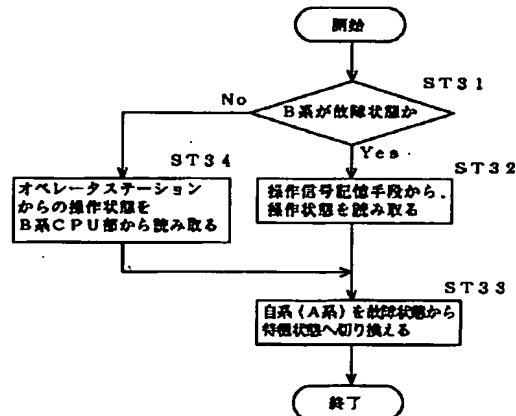
【図4】



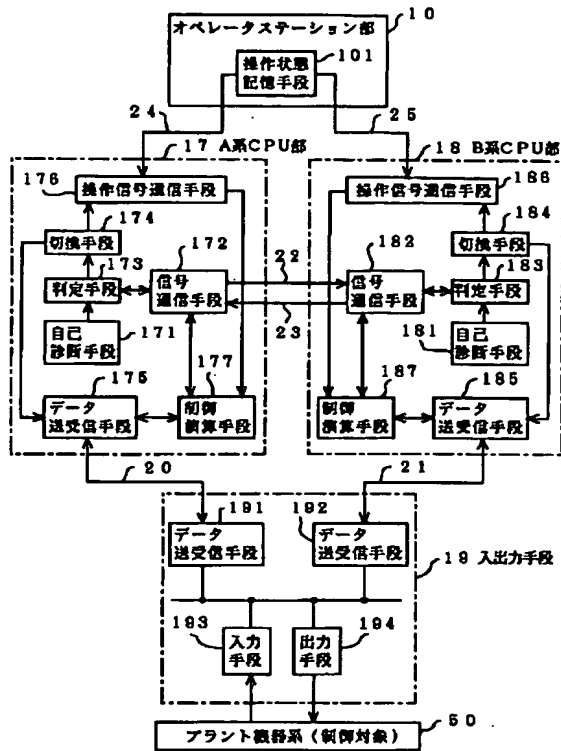
【図5】



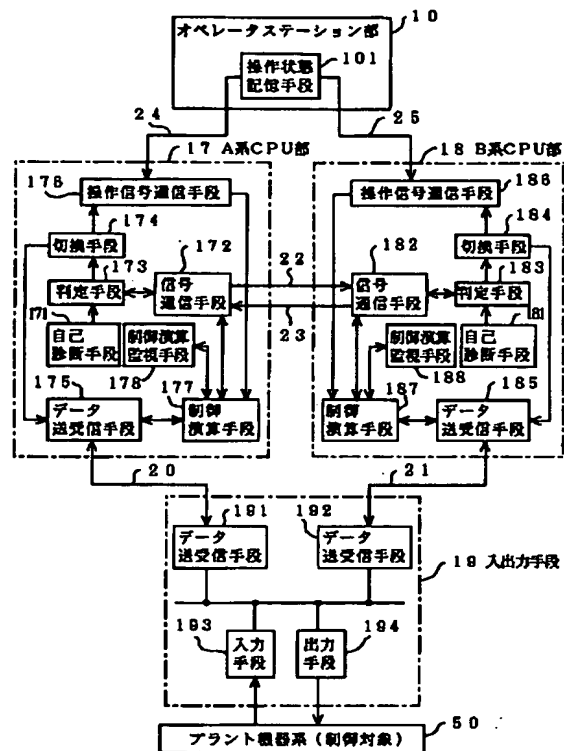
【図7】



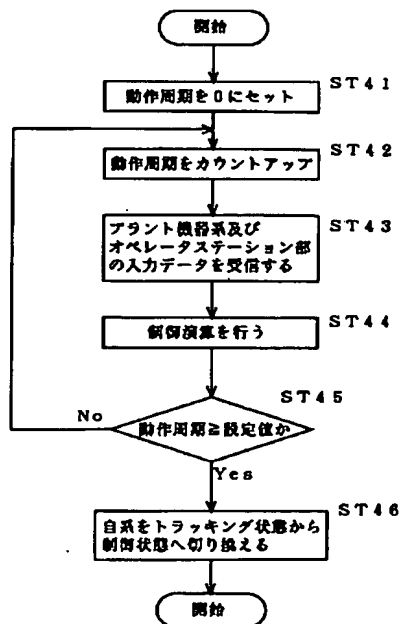
【図6】



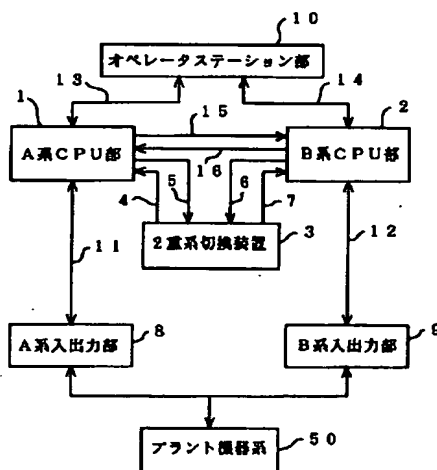
【図8】



【図9】



【図11】



【図10】

